Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 1, Apr. May. 2021, p. 205- 216

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۰ ص.۲۱۶-۲۰۵

مقاله علمی- پژوهشی

مقایسه اثرات صمغ‌های قدومه شیرازی و فارسی به‌عنوان هیدروکلوئید جایگزین چربی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی خامه صبحانه کم‌چرب

ریحانه داخته[1]- محمدرضا خانی[2]*- شهریار دبیریان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۱۶

چکیده

این تحقیق با هدف جایگزینی بخشی از چربی خامه صبحانه با استفاده از دو نوع صمغ قدومه شیرازی و فارسی انجام شد. بدین منظور میزان چربی خامه از ۲۵ درصد (در نمونه شاهد) به ۱۸ و ۱۵ درصد کاهش یافت و هر یک از این صمغ‌ها به‌طور جداگانه در مقادیر ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد (وزنی/ وزنی) در فرمولاسیون استفاده شدند. سپس ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌ها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر نوع صمغ و مقدار صمغ روی میزان pH، اسیدیته، ماده خشک، رطوبت، آب‌اندازی و ویسکوزیته نمونه‌های تولید شده معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). در هر دو نوع خامه (با ۱۵ و ۱۸ درصد چربی)، pH تیمار حاوی ۰/۴٪ صمغ قدومه شیرازی (۶/۸۱) به‌طور معنی‌داری بالاتر از pH نمونه شاهد (۶/۶۹) و دیگر تیمارها بود (P<۰/۰۵). درصد رطوبت نمونه شاهد (۶۸/۷٪) پایین‌تر از تیمارهای مورد بررسی (۷۸/۷٪-۷۳) بود اما درصد ماده خشک نمونه شاهد (۳۱/۳٪) بالاتر از تیمارها (۲۶/۹٪-۲۱/۲) بود و بیشترین ماده خشک در هر دو نوع خامه ۱۸ و ۱۵ درصد به تیمار حاوی ۰/۴٪ صمغ فارسی اختصاص یافت. ویسکوزیته تیمارهای خامه ۱۸٪ چربی حاوی ۰/۴٪ صمغ قدومه شیرازی (۲۱۹۱۵ سانتی پوآز) و صمغ فارسی (۲۱۹۱۹ سانتی پوآز) به‌طور معنی‌داری بالاتر از نمونه شاهد (۲۱۵۰۷ سانتی‌پوآز) و سایر تیمارها بود. همچنین آب‌اندازی در تیمارهای خامه ۱۸٪ چربی حاوی ۰/۴٪ صمغ قدومه و صمغ فارسی (صفر میلی‌لیتر) و نیز تیمار خامه ۱۵٪حاوی ۰/۴٪ صمغ قدومه شیرازی (صفر میلی‌لیتر) همانند نمونه شاهد مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). در ویژگی‌های حسی نیز نوع صمغ صرفاً روی رنگ اثر معنی‌دار داشت و اثر نوع خامه و مقدار صمغ عمدتاً روی بافت و پذیرش کلی نمونه‌ها معنی‌دار بود. در مجموع خامه کم‌چرب ۱۸٪ چربی حاوی ۰/۴٪ صمغ قدومه و صمغ فارسی بهترین نتایج فیزیکوشیمیایی و حسی را در مقایسه با سایر تیمارها به‌خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: جایگزین چربی، خامه صبحانه کم‌چرب، صمغ فارسی، صمغ قدومه شیرازی، هیدروکلوئید

مقدمه

خامه امولسیونی غنی از چربی شیر است که از خامه‌گیری شیر به‌دست می‌آید. انواع خامه در منابع متفاوت به شکل‌های مختلف بر اساس درصد چربی طبقه‌بندی می‌شوند. مطابق با تعریف سازمان ملی استاندارد ایران، میزان چربی در خامه نیم چرب یا سبک[4] باید بیشتر از ۱۸ درصد وزنی/ وزنی و کمتر یا مساوی ۳۵ درصد وزنی/ وزنی بوده و میزان چربی خامه کم چرب[5] باید بیشتر یا مساوی ۱۰ درصد وزنی/ وزنی و کمتر یا مساوی ۱۸ درصد وزنی/ وزنی باشد (ISIRI, 2019). در حقیقت خامه صبحانه[6] با درصد چربی بین ۲۵ تا ۳۰ درصد جزء خامه نیم چرب به حساب آمده که با کاهش میزان چربی این نوع خامه به ۱۸ درصد یا کمتر می‌توان خامه کم‌چرب را تولید نمود (Bostan *et al.*, 2010).

به‌طور کلی مصرف مقادیر بیش از حد چربی می‌تواند منجر به بروز بیماری‌های قلبی و عروقی، چاقی و غیره شود. بنابراین جهت جلوگیری از وقوع این بیماری‌ها، تغییردر الگوهای تغذیه‌ای و انتخاب محصولات لبنی کم چرب با بهره‌گیری از جایگزین‌های چربی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به این منظور در برخی از تحقیقات از ترکیبات متفاوتی نظیر ژلاتین، نشاسته اصلاح شده و غیره جهت جایگزینی چربی و تولید انواع خامه کم‌چرب استفاده گردیده است (Farahnaki *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2014; Azizi *et al.*, 2016). اما از آن‌جا که محصولات لبنی پرچرب بافت مناسب‌تر و عطر و طعم بهتری دارند، بایستی که جهت تولید محصولات رژیمی

۱ و ۲- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳- مدیر تضمین کیفیت صنایع شیر ایران (پگاه)
(*-نویسنده مسئول: Email: m.khani@qodsiau.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v17i2.85367
4 Light cream
5 Low-fat cream
6 Table cream

کم چرب از جایگزین‌های چربی مناسب و با ویژگی‌های مطلوب استفاده نمود (Borrud *et al.*, 1994).

هیدروکلوئیدها به دلیل دارا بودن ویژگی‌های عملکردی مناسب می‌توانند در غلظت‌های کم سبب ایجاد قوام و بافت مناسب و افزایش پایداری شوند، همچنین برخی از آنها می‌توانند به‌عنوان امولسیفایر عمل کنند، تشکیل ژل دهند و کیفیت حسی محصولات غذایی را بهبود بخشند (Farahnaki *et al.*, 2010; Mashayekhi *et al.*, 2016). منابع بالقوه‌ای از هیدروکلوئیدها در کشورمان وجود دارد که از آن جمله می‌توان به دانه‌های شاهی، مرو، قدومه شهری و شیرازی اشاره نمود. این ترکیبات که حاوی مقادیر بالای صمغ هستند، در کنار صمغ‌های بومی دیگر نظیر صمغ فارسی از پتانسیل بالایی جهت تولید هیدروکلوئیدهای غذایی برای تولید محصولات لبنی کم‌چرب برخوردارند (Koocheki *et al.*, 2011).

دانه قدومه شیرازی با نام علمی *آلیسیوم هومولوکارپوم*[1] از گیاهان گلدار در خانواده *کروسیفرا*[2] به‌دست می‌آید (Hassan-Alizadeh & Khodaeiyan, 2016). عمدتاً دلیل استفاده از دانه قدومه، محتوای موسیلاژی آن است که به هنگام خیساندن دانه در آب تولید می‌شود. موسیلاژ حاصل شده بی‌رنگ، بی‌بو، بدون مزه و لزج و چسبناک می‌باشد (Koocheki *et al.*, 2009). نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی موسیلاژ دانه قدومه وجود ۸۸/۲۳ درصد قند، ۴/۶ درصد پروتئین و ۰/۱۸ درصد خاکستر را نشان داده است (Koocheki *et al.*, 2010). از صمغ قدومه شیرازی به‌عنوان جایگزین صمغ گوار در پاستیل و جهت بهبود خواص فیزیکی و پایداری خامه قنادی با ۳۳ درصد چربی استفاده شده و به‌عنوان یک افزودنی با ویژگی‌های مناسب معرفی گردیده است (Sadeghi *et al.*, 2015; Faraji *et al.*, 2015). صمغ مذکور در حالت هیدراته، رفتار غیرنیوتنی شل‌شونده با برش (سودوپلاستیک) از خود نشان می‌دهد (Hoffmann, 2011).

صمغ فارسی با نام علمی *آمیگدالوس اسکوپاریا*[3] صمغی است شفاف که از درختان بادام کوهی از خانواده گلسرخیان (*رزاسه*[4]) تراوش می‌شود و در زبان انگلیسی زدو[5] نامیده می‌شود. صمغ فارسی در اندازه‌ها و شکل‌های مختلف و در رنگ‌های سفید، زرد روشن، زرد نباتی، زرد نارنجی، قرمز و قهوه‌ای یافت می‌شود که علت آن تنها به ترکیبات شیمیایی صمغ نسبت داده شده است (Rahimi & Abbasi, 2013). کلسیم از جمله ترکیباتی است که برخی پژوهشگران آن را در تشکیل ژل موثر دانسته‌اند که مقدار آن در صمغ سفید بیشتر از انواع دیگر مشاهده شده است (Fadavi *et al.*, 2013). نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که صمغ فارسی بر ویژگی‌های ماست نظیر ویسکوزیته و آب‌اندازی اثرات بهتری نسبت به صمغ پکتین دارد و می‌تواند روی زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها نیز موثر واقع شود (Ghasempour *et al.*, 2012; Fenderesi *et al.*, 2015). همچنین از صمغ فارسی به‌منظور بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خامه زده شده قنادی و بهبود خواص کیفی دوغ به‌طور موفقیت آمیزی استفاده گردیده است (Nabizadeh *et al.*, 2014; Mashayekhi *et al.*, 2016; Najafi *et al.*, 2016).

با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت میزان کاهش چربی در محصولات لبنی و کاهش کالری‌زایی ناشی از آنها از یک طرف، و از سوی دیگر، ویژگی‌های مطلوب گزارش شده از هیدروکلوئیدهای بومی ایران، این مطالعه با هدف بررسی امکان جایگزینی چربی در فرمولاسیون خامه صبحانه با استفاده از دو نوع صمغ قدومه شیرازی و فارسی و مقایسه اثرات مقادیر مختلف آن‌ها روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی دو نوع خامه کم چرب انجام گردید.

مواد و روش‌ها

استخراج صمغ

دانه قدومه شیرازی از عطاری خریداری شد و به‌منظور استخراج صمغ دانه قدومه شیرازی، ابتدا دانه‌ها به‌طور دستی جهت حذف تمام ذرات خارجی تمیز شدند. به‌منظور استخراج موسیلاژ، دانه‌ها را با اتانول مطلق شستشو داده تا گرد و خاک روی دانه‌ها تمیز شوند. سپس دانه‌ها را زیر هود قرار داده تا الکل تبخیر شود. در مرحله بعد دانه و آب مقطر را با نسبت ۱ به ۶۰ و در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد (Koocheki *et al.*, 2010) مخلوط کرده و عمل همزدن به مدت ۱ ساعت به‌طور ملایم انجام شده و سپس به‌وسیله سانتریفوژ (Hettich مدل Rotofix 46H، آلمان) در ۱۲۰۰ دور در دقیقه، دانه و موسیلاژ از هم جدا شدند. موسیلاژ با استفاده از آون در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک شبانه روز خشک و سپس آسیاب گردید و در داخل ظرف شیشه‌ای تیره رنگ در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Koocheki *et al.*, 2009). همچنین لازم به ذکر است صمغ فارسی از شرکت کاراگام پارسیان به صورت آماده تهیه گردید. صمغ فارسی مورد استفاده در تحقیق حاضر، از نوع سفید بود که دارای میزان خاکستر ۱/۷ درصد، پروتئین ۰/۲۵ درصد، رطوبت ۱۲/۰۷ درصد و کربوهیدرات کل ۸۵/۹۸ درصد بود.

خامه صبحانه کم‌چرب

به‌منظور تولید خامه، پس از دریافت و تایید شیر ورودی در شرکت پگاه تهران و کاهش دمای آن به ۴ درجه سانتی‌گراد، شیر به جداکننده گریز از مرکز یا همان سپراتور ارسال شد. در دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از نیروی گریز از مرکز و اختلاف

---

[1] *Alyssum homolocarpum*
[2] *Cruciferae*
[3] *Amygdalus scoparia*
[4] *Rosa ceae*
[5] Zedu

دانسیته‌ای که بین شیر و خامه وجود دارد چربی شیر جدا شده و از قسمت بالایی سپراتور خارج و به تانک‌های خامه منتقل شده و شیر بدون چربی از قسمت پایینی به تانک‌های شیر اسکیم انتقال داده شد. سپس خامه استحصالی توسط شیر اسکیم استاندارد و چربی در نمونه شاهد به میزان ۲۵ درصد و جهت تیمارها به میزان ۱۸ و ۱۵ درصد تنظیم شد و تنظیم درصد چربی به روش مربع پیرسون انجام پذیرفت. پس از استانداردسازی در این مرحله صمغ دانه قدومه شیرازی و صمغ فارسی هر یک به‌طور جداگانه در مقادیر ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد (وزنی/ وزنی) و سایر ترکیبات مطابق با تیماربندی و فرمولاسیون مندرج در جدول شماره ۱ به هر یک از دو نوع نمونه خامه کم‌چرب اضافه شدند. هموژنیزاسیون در فشار ۱۷۰ تا ۱۸۰ بار و دمای ۵۰ تا۶۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. سپس پاستوریزاسیون خامه در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. در مرحله بعدی خامه به تانک ذخیره پاستوریزه منتقل و به دستگاه بسته‌بندی ارسال شده و بسته‌بندی خامه در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با دمای کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد و سریعاً به سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد (Hoffmann, 2011). متعاقباً آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و حسی مورد نظر روی تمامی نمونه‌های تولیدی در سه تکرار انجام پذیرفت.

جدول ۱- فرمولاسیون نمونه‌های خامه

نمونه (تیمار)	خامه (٪)	شیر اسکیم (٪)	صمغ قدومه شیرازی (٪)	صمغ فارسی (٪)	شیر خشک و استابیلایزر (٪)
شاهد	۲۵	۷۴	–	–	۱
۱	۱۸	۸۰/۸	۰/۲	–	۱
۲	۱۸	۸۰/۷	۰/۳	–	۱
۳	۱۸	۸۰/۶	۰/۴	–	۱
٤	۱۸	۸۰/۸	–	۰/۲	۱
٥	۱۸	۸۰/۷	–	۰/۳	۱
٦	۱۸	۸۰/۶	–	۰/۴	۱
۷	۱۵	۸۳/۸	۰/۲	–	۱
۸	۱۵	۸۳/۷	۰/۳	–	۱
۹	۱۵	۸۳/۶	۰/۴	–	۱
۱۰	۱۵	۸۳/۸	–	۰/۲	۱
۱۱	۱۵	۸۳/۷	–	۰/۳	۱
۱۲	۱۵	۸۳/۶	–	۰/۴	۱

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های تولیدی

اسیدیته نمونه‌ها به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال بر حسب درصد اسید لاکتیک و pH با استفاده از pHمتر (Mettler Toledo مجهز به الکترود MA235، سوئیس) اندازه‌گیری شد (ISIRI, 2007). درصد چربی نمونه‌ها با روش ژربر با استفاده از بوتیرومتر (Gerber، آلمان) و سانتریفوژ (Hettich، آلمان) اندازه‌گیری شد (ISIRI, 2011). درصد ماده خشک و درصد رطوبت نمونه‌ها توسط آون‌گذاری در دمای ۱۰۲ درجه سانتی‌گراد با استفاده از آون (Memmert، آلمان) اندازه‌گیری شد (ISIRI, 2019; ISIRI, 2015). ویسکوزیته نمونه‌های خامه تولیدی با استفاده از ویسکومتر (Brookfield مدل RV-DVII، آمریکا) در دمای ۹ درجه سانتی‌گراد و سرعت برش ۷۵ بر ثانیه تعیین گردید و بر حسب سانتی‌پوآز گزارش شد (Vanderghem *et al*., 2007). میزان آب‌اندازی نمونه‌ها توسط سانتریفوژ (Hettich، آلمان) با دور ۱۰۵۸ rpm بر حسب میلی‌لیتر فاز آبی جدا شده از ۱۰ میلی‌لیتر نمونه اندازه‌گیری شد (Rafee *et al*., 2006). کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق برای انجام آزمون‌ها ساخت شرکت مرک آلمان بودند.

ارزیابی حسی نمونه‌های تولیدی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های تولیدی شامل رنگ، بافت، طعم، بو و پذیرش کلی، با روش هدونیک ۵ نقطه‌ای توسط ۷ نفر ارزیاب آموزش‌دیده در آزمایشگاه شرکت پگاه تهران مورد ارزیابی قرار گرفت و به هر ویژگی در هر نمونه امتیاز ۱ تا ۵ اختصاص یافت. بدین صورت که امتیاز ۵= خیلی خوب، امتیاز ۴= خوب، امتیاز ۳= متوسط، امتیاز ۲= ضعیف یا ناخوشایند و امتیاز ۱= خیلی ضعیف یا خیلی ناخوشایند در نظر گرفته شد (ISIRI, 1999).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

نتایج آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار آنالیز شد. به‌منظور بررسی آماری داده‌های به‌دست آمده، از آنالیز واریانس یک طرفه و همچنین جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد به‌منظور بررسی معنی‌دار بودن نتایج حاصله استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم‌افزار SPSS version 16 انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

درصد چربی

با توجه به استاندارد کردن درصد چربی نمونه‌ها، بدیهی است که نوع خامه (شاهد با ۲۵ درصد چربی و تیمارها با ۱۸ و ۱۵ درصد چربی) روی نتایج درصد چربی تاثیر معنی‌دار داشت اما نوع و مقدار صمغ‌های مورد استفاده تاثیر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). به عبارت دیگر بجز نمونه شاهد که به‌طور طبیعی دارای درصد چربی بیشتری بوده و با تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود، بین تیمارهای تهیه شده با ۱۸ درصد چربی و همچنین بین تیمارهای تهیه شده با ۱۵ درصد چربی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). همچنین در خامه‌های با ۱۸ درصد و ۱۵ درصد چربی، با افزایش درصد صمغ فارسی و صمغ قدومه شیرازی تفاوت آماری معنی‌داری در درصد چربی نمونه‌ها ملاحظه نگردید. در تعیین برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی صمغ فارسی مشخص شده است که درصد چربی در بخش محلول ۰/۲ درصد و در بخش نامحلول این صمغ ۰/۱۷ درصد بوده است و این‌طور به نظر می‌رسد که مقادیر ناچیز درصد چربی صمغ مذکور در درصد چربی نمونه‌های خامه تولیدی اختلاف معنی‌داری را ایجاد نکرده است (Rahimi & Abbasi, 2013). سیف‌الدین و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی تاثیر به‌کارگیری صمغ قدومه حاوی غلظت‌های مختلف (۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد) به‌عنوان جایگزین بخشی از چربی در فرمولاسیون سس مایونز بیان نمودند که درصد چربی نمونه‌ها با افزایش مقدار صمغ به‌کار برده شده کاهش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد و این عدم همخوانی را می‌توان به مقادیر بیشتر مورد استفاده از صمغ قدومه نسبت داد.

درصد ماده خشک

نتایج درصد ماده خشک نمونه‌ها (جدول ۲) حاکی از آن بود که اثر نوع و مقدار صمغ و همچنین نوع خامه بر میزان ماده خشک نمونه‌ها معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵). همان‌طور که ملاحظه می‌گردد ماده خشک نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر از دیگر تیمارها بوده و ماده خشک تیمارهای خامه ۱۸ درصد چربی به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای خامه ۱۵ درصد چربی است. در هر دو نوع تیمار خامه با ۱۵ و ۱۸ درصد چربی، با افزایش درصد صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی مقدار ماده خشک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوریکه بالاترین میزان ماده خشک در خامه ۱۸ و ۱۵ درصد چربی به تیمار حاوی ۰/۴ درصد صمغ فارسی اما پائین‌ترین میزان ماده خشک در خامه ۱۸ درصد چربی به تیمار حاوی ۰/۲ درصد صمغ قدومه شیرازی و در خامه ۱۵ درصد چربی به تیمار حاوی ۰/۲ درصد صمغ فارسی اختصاص یافت. نتایج پژوهش حاضر با نتایج حسنعلی‌زاده و خدائیان (۲۰۱۶) و امیری‌عقدایی و همکاران (۲۰۱۰) که به‌ترتیب با افزایش مقدار استفاده از صمغ قدومه شیرازی و هیدروکلوئید دانه اسفرزه در نمونه‌های ماست باعث افزایش درصد ماده خشک محصول شدند مطابقت دارد.

درصد رطوبت

در نتایج درصد رطوبت نمونه‌ها (جدول ۲) اثر نوع و مقدار صمغ و همچنین نوع خامه بر میزان رطوبت نمونه‌ها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). به‌طوریکه نمونه شاهد با دارا بودن بیشترین چربی دارای کمترین میزان رطوبت در بین نمونه‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵). در تیمارهای خامه با ۱۸ درصد چربی، با افزایش مقادیر صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی، رطوبت تیمارها به طور معنی‌داری (به غیر از تیمارهای حاوی ۰/۳ و ۰/۴ درصد صمغ فارسی) کاهش یافت (P<۰/۰۵). در تیمارهای خامه با ۱۵ درصد چربی نیز با افزایش درصد صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی، هرچند میزان رطوبت تیمارها کاهش یافت اما عمدتاً اختلاف بین تیمارها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). این نتایج به علت تفاوت در محتوای چربی نمونه‌های خامه و نوع و مقدار متفاوت صمغ مورد استفاده می‌باشد که در برخی موارد با جذب مقادیر بیشتر آب منجر به کاهش رطوبت نمونه شده‌اند (Nabizadeh *et al.*, 2014). به‌طور معمول محصولات لبنی با مقدار و محتوای چربی بیشتر دارای میزان رطوبت کمتری هستند که با کاهش میزان چربی جهت تولید محصولات کم‌چرب، به علت افزایش نسبت پروتئین به چربی متعاقباً محتوای رطوبت افزایش می‌یابد و جایگزین‌های چربی بسته به نوع و مقدارشان و متناسب با میزان چربی محصول می‌توانند تا حدودی با آب اتصال برقرار کنند و با خاصیت جذب و نگهداری آب سبب کاهش رطوبت شوند (Nateghi *et al.*, 2012; Jooyandeh *et al.*, 2016). به‌طور کلی خامه‌های با ۱۸ درصد چربی، به علت داشتن چربی بیشتر، درصد رطوبت کمتری نسبت به خامه‌های با ۱۵ درصد چربی داشتند. همچنین نتایج تحقیق حاکی از آن است که صمغ فارسی در مقایسه با صمغ قدومه شیرازی در مقادیر مشابه در خامه ۱۸ درصد چربی، به‌طور معنی داری از درصد رطوبت کمتری برخوردار بوده است که می‌تواند به میزان بیشتر جذب آب توسط صمغ فارسی در مقدار چربی بیشتر دلالت داشته باشد. این نتایج با نتایج کسب شده توسط نجفی و همکاران (۲۰۱۶) که با

افزایش مقدار صمغ زدو در دوغ میزان محتوای رطوبت کاهش یافت همخوانی دارد.

جدول ۲- نتایج آزمون‌های شیمیایی درصد ماده خشک و رطوبت نمونه‌های خامه صبحانه کم چرب و شاهد

نمونه ها	ماده خشک (٪)		رطوبت (٪)	
	خامه ۱۸ ٪	خامه ۱۵ ٪	خامه ۱۸ ٪	خامه ۱۵ ٪
خامه حاوی ۰/۲٪ صمغ قدومه	۲۵/۳۰ ±۰/۰۱ Ga	۲۱/۴۴ ±۰/۰۳ Fb	۷۴/۷۰ ±۰/۰۱ Ab	۷۸/۵۶ ±۰/۰۳ ABa
خامه حاوی ۰/۳٪ صمغ قدومه	۲۵/۹۱ ±۰/۰۱ Fa	۲۱/۶۱ ±۰/۰۳ Db	۷۴/۰۸ ±۰/۰۱ Bb	۷۸/۳۸±۰/۰۳ ABCa
خامه حاوی ۰/٤٪ صمغ قدومه	۲۶/۵۱ ±۰/۰۵ Da	۲۱/۸۳ ±۰/۰۲ Cb	۷۳/۴۸ ±۰/۰۱ Cb	۷۸/۱۶ ±۰/۰۲ BCa
خامه حاوی ۰/۲٪ صمغ فارسی	۲۶/۳۰ ±۰/۰۱ Ea	۲۱/۲۸ ±۰/۰۱ Gb	۷۳/۶۹ ±۰/۰۱ Cb	۷۸/۷۱ ±۰/۰۱ Aa
خامه حاوی ۰/۳٪ صمغ فارسی	۲۶/۶۵ ±۰/۰۴ Ca	۲۱/۵۴ ±۰/۰۱ Eb	۷۳/۳۴ ±۰/۰۴ Db	۷۸/۴۶±۰/۰۱ ABCa
خامه حاوی ۰/٤٪ صمغ فارسی	۲۶/۹۲ ±۰/۰۱ Ba	۲۱/۹۲ ±۰/۰۱ Bb	۷۳/۰۸ ±۰/۰۱ Db	۷۸/۰۸ ±۰/۰۱ Ca
خامه شاهد ۲۵ ٪ چربی	۳۱/۳۰ ±۰/۰۲ Aa	۳۱/۳۰ ±۰/۰۲ Aa	۶۸/۷۰ ±۰/۵۶ Ea	۶۸/۷۰ ±۰/۵۶ Da

* حروف بزرگ متفاوت (A-G) در هر ستون و حروف کوچک متفاوت (a-b) در هر ردیف برای هر فاکتور اندازه‌گیری شده (ماده خشک و رطوبت) نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار می باشد (P<۰/۰۵).

اسیدیته

نتایج درصد اسیدیته نمونه‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد اثر نوع صمغ (قدومه شیرازی و فارسی) و مقدار صمغ (۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد) بر اسیدیته تیمارها معنی‌دار می‌باشد اما نوع خامه اثر معنی‌داری نداشت. بدین صورت که در هر دو نوع تیمار خامه با ۱۸ و ۱۵ درصد چربی، اسیدیته تیمار ۰/۴ درصد صمغ فارسی به‌طور معنی‌داری بالاتر از دیگر تیمارها اما کمتر از نمونه شاهد بود (P<۰/۰۵). در خامه‌های با ۱۸درصد و ۱۵ درصد چربی با افزایش مقادیر صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی به‌ترتیب اسیدیته تیمارها کاهش و افزایش یافت (P<۰/۰۵). نتایج به‌دست آمده در ارتباط با افزودن صمغ فارسی به خامه با نتایج حاصل از تحقیق قاسم‌پور و همکاران (۲۰۱۲) در بهینه‌سازی تولید ماست پروبیوتیک حاوی صمغ فارسی و همچنین تحقیق نبی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه اثر استفاده از صمغ زدو بر ویژگی‌های کیفی دوغ، همخوانی داشت که بیان نمودند اسیدیته نمونه‌ها با افزودن و افزایش مقدار صمغ فارسی به طور معنی‌داری افزایش یافته است. علت مشاهده این نتایج به اسیدی بودن صمغ فارسی با میانگین pH برابر ۴/۴ مربوط است (Rahimi & Abbasi, 2013). در یک تحقیق با افزایش میزان صمغ قدومه شیرازی در نمونه‌های ماست همزده و قالبی میزان اسیدیته افزایش یافت که علت آن افزایش ماده خشک محصول و تحریک فعالیت متابولیکی استارتر اسیدزا توسط صمغ بیان گردید (Hassan-Alizadeh & Khodaeiyan, 2016). با این حال در برخی از تحقیقات افزودن هیدروکلوئیدها به محصولات لبنی تأثیر چندانی بر اسیدیته نمونه‌ها نداشته است که این عدم همخوانی را می‌توان به تفاوت در نوع و مقدار صمغ‌های به‌کار برده شده نسبت داد (Amiri-Aghdaei *et al.*, 2010; Fenderesi *et al.*, 2015).

pH

نتایج میزان pH نمونه‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد اثر نوع صمغ (قدومه شیرازی و فارسی) و مقدار صمغ (۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد) بر pH تیمارها معنی‌دار می‌باشد اما نوع خامه اثر معنی‌داری نداشت. به‌طوریکه pH تیمارهای خامه ۱۵ درصد و ۱۸ درصد چربی حاوی درصدهای بالاتر صمغ قدومه شیرازی (۰/۳ و ۰/۴ درصد) به‌طور معنی‌داری بالاتر از pH نمونه شاهد و دیگر تیمارها بود (P<۰/۰۵). که می‌توان آن را به بالاتر بودن pH صمغ قدومه شیرازی نسبت داد که مقادیر بیشتر مورد استفاده از آن در فرمولاسیون خامه، pH بالاتری ایجاد نموده است. در حالی‌که پایین‌ترین pH در خامه ۱۸ درصد چربی به تیمار حاوی ۰/۲ ٪ صمغ فارسی و در خامه ۱۵ درصد چربی به هر سه تیمار حاوی درصدهای مختلف صمغ فارسی و ۰/۲٪ صمغ قدومه شیرازی اختصاص یافت. اما در مجموع pH نمونه شاهد (۶/۶۹) به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از دیگر تیمارها بود (P<۰/۰۵). نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات دیگری نظیر بهینه‌سازی تولید ماست پروبیوتیک حاوی صمغ زدو و بررسی تاثیر استفاده از صمغ زدو بر ویژگی‌های کیفی دوغ که بیان نمودند با افزودن و افزایش میزان صمغ زدو، pH نمونه‌ها به‌طورمعنی‌داری تغییر نیافته است همخوانی دارد و این امر به ظرفیت بافری صمغ زدو، در نتیجه افزایش ماده جامد و خاصیت آمفوتری پروتئین‌ها نسبت داده می‌شود (Ghasempour *et al.*, 2012; Nabizadeh *et al.*, 2014). مطابق با استاندارد ملی شماره ۱۹۱ (۲۰۱۹)، pH نمونه‌های خامه می‌بایست در محدوده ۶/۸–۶/۵

باشد و نتایج حاصل از تحقیق حاضر بیانگر این مطلب بود که تمامی تیمارهای خامه ۱۸ و ۱۵ درصد چربی محتوی درصدهای مختلف صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی دارای pH در محدوده مجاز استاندارد بودند.

جدول ۳- نتایج میزان اسیدیته و pH نمونه‌های خامه صبحانه کم چرب و شاهد

نمونه ها	اسیدیته (٪)		pH	
	خامه ۱۸ ٪	خامه ۱۵ ٪	خامه ۱۸ ٪	خامه ۱۵ ٪
خامه حاوی ۰/۲٪ صمغ قدومه	۰/۱۲۳ ±۰/۰۰ ^{Ca}	۰/۱۲۳ ±۰/۰۰ ^{Ca}	۶/۷۹ ±۰/۰۰ ^{Ba}	۶/۷۲ ±۰/۰۰ ^{Ba}
خامه حاوی ۰/۳٪ صمغ قدومه	۰/۱۲۳ ±۰/۰۰ ^{Ca}	۰/۱۲۱ ±۰/۰۰ ^{Da}	۶/۸۰ ±۰/۰۰ ^{Aa}	۶/۸۰ ±۰/۰۰ ^{Aa}
خامه حاوی ۰/٤٪ صمغ قدومه	۰/۱۲۱ ±۰/۰۰ ^{Da}	۰/۱۲۱ ±۰/۰۰ ^{Da}	۶/۸۱ ±۰/۰۰ ^{Aa}	۶/۸۱ ±۰/۰۰ ^{Aa}
خامه حاوی ۰/۲٪ صمغ فارسی	۰/۱۲۱ ±۰/۰۰ ^{Da}	۰/۱۲۰ ±۰/۰۰ ^{Ea}	۶/۷۰ ±۰/۰۰ ^{Db}	۶/۷۲ ±۰/۰۰ ^{Ba}
خامه حاوی ۰/۳٪ صمغ فارسی	۰/۱۲۱ ±۰/۰۰ ^{Da}	۰/۱۲۱ ±۰/۰۰ ^{Da}	۶/۷۲ ±۰/۰۰ ^{Ca}	۶/۷۱ ±۰/۰۰ ^{Ca}
خامه حاوی ۰/٤٪ صمغ فارسی	۰/۱۲۶ ±۰/۰۰ ^{Ba}	۰/۱۲۶ ±۰/۰۰ ^{Ba}	۶/۷۲ ±۰/۰۰ ^{Ca}	۶/۷۲ ±۰/۰۰ ^{Ba}
خامه شاهد ۲۵ ٪ چربی	۰/۱۲۷ ±۰/۰۰ ^{Aa}	۰/۱۲۷ ±۰/۰۰ ^{Aa}	۶/۶۹ ±۰/۰۰ ^{Ea}	۶/۶۹ ±۰/۰۰ ^{Da}

* حروف بزرگ متفاوت (A-G) در هر ستون و حروف کوچک متفاوت (a-b) در هر ردیف برای هر فاکتور اندازه‌گیری شده (اسیدیته و pH) نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می باشد (P<۰/۰۵).

آب‌اندازی

نتایج آب‌اندازی نمونه‌ها (جدول ۴) حاکی از آن بود که اثر نوع و مقدار صمغ مورد استفاده و همچنین نوع خامه تولیدی بر میزان آب‌اندازی نمونه‌ها معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵). همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، در تیمارهای خامه ۱۸ درصد چربی حاوی ۰/۳ و ۰/۴ درصد صمغ قدومه شیرازی و ۰/۴ درصد صمغ فارسی و در تیمار خامه ۱۵ درصد چربی حاوی ۰/۴ درصد صمغ قدومه شیرازی همانند نمونه شاهد، آب‌اندازی مشاهده نگردید. به عبارت دیگر، در خامه‌های با ۱۵ و ۱۸ درصد چربی، با افزایش مقادیر صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی، آب‌اندازی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که به علت افزایش بیشتر ماده جامد و افزایش بیشتر خاصیت جذب و نگهداری آب می‌باشد. زیرا با افزایش غلظت صمغ، به علت درگیر شدن مولکول‌های آب در شبکه ژلی تشکیل شده توسط صمغ و افزایش ویسکوزیته محصول، میزان آب‌اندازی به شدت کاهش می‌یابد (Azizi *et al.*, 2016). از طرف دیگر، تیمارهای حاوی صمغ قدومه شیرازی در مقایسه با صمغ فارسی در مقادیر مشابه به کار برده شده در خامه ۱۵ درصد چربی، به طور معنی‌داری از میزان آب‌اندازی کمتری برخوردار بودند اما در خامه ۱۸ درصد چربی (به غیر از تیمارهای حاوی ۰/۲ درصد صمغ) این اختلاف عمدتاً معنی‌دار نبود. صمغ‌ها به دلیل ساختار متفاوت خود می‌توانند رفتار متفاوتی را در اتصال با مولکول‌های آب از خود نشان‌دهند و باعث کاهش جریان آب در فضای ماتریکس شوند (Rafiq *et al.*, 2020). همچنین نتایج نشان داد که در تمامی نمونه‌های خامه ۱۵ درصد چربی محتوی درصدهای مختلف صمغ فارسی و صمغ قدومه شیرازی (به غیر از تیمار حاوی ۰/۴ درصد قدومه)، میزان آب‌اندازی به‌طور معنی‌داری بالاتر از خامه ۱۸ درصد چربی بود (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از پژوهش حاضر با یافته‌های محققین دیگر که از صمغ در فرمولاسیون محصولات لبنی متفاوت نظیر ماست، دوغ و خامه قنادی استفاده کردند و گزارش نمودند که افزودن صمغ منجر به کاهش آب‌اندازی شده و مقادیر بالاتر صمغ و افزایش غلظت این هیدروکلوئیدها سبب کاهش قابل توجه سرم خارج شده می‌گردد، مطابقت دارد (Ghasempour *et al.*, 2012; Mashayekhi *et al.*, 2016; Najafi *et al.*, 2016).

ویسکوزیته

در نتایج ویسکوزیته نمونه‌ها (جدول ۴) همانند نتایج میزان آب اندازی، اثر نوع و مقدار صمغ و همچنین نوع خامه بر میزان ویسکوزیته معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). به‌طوریکه ویسکوزیته تیمارهای خامه ۱۸ درصد چربی حاوی ۰/۴ درصد صمغ قدومه شیرازی و ۰/۴ درصد صمغ فارسی به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه شاهد و سایر تیمارها بود اما نمونه شاهد از میزان ویسکوزیته بالاتری در مقایسه با تیمارهای خامه ۱۵ درصد چربی برخوردار بود (P<۰/۰۵). از طرف دیگر، در خامه‌های با ۱۵ و ۱۸ درصد چربی، با افزایش مقادیر صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی، ویسکوزیته نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین تیمارهای حاوی صمغ قدومه شیرازی عمدتاً در مقایسه با صمغ فارسی در مقادیر مشابه به‌کار برده شده، به‌طور معنی‌دار از میزان ویسکوزیته بالاتری برخوردار بودند. در بررسی رفتار رئولوژیکی مخلوط صمغ‌های قدومه شیرازی، فارسی، کتیرا و خرنوب

مشخص شده است که در تنش برشی برابر، ویسکوزیته ظاهری ایجاد شده توسط صمغ قدومه شیرازی بیشتر از ویسکوزیته ظاهری صمغ فارسی بوده است. همچنین ضریب قوام (K) صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی به‌ترتیب $Pa.s^n$ ۰/۷۷ و ۰/۱۸ گزارش شده‌اند (Mostafavi *et al.*, 2017). لازم به ذکر است در تمامی تیمارهای خامه ۱۸ درصد چربی محتوی درصدهای مختلف صمغ فارسی و صمغ قدومه شیرازی، میزان ویسکوزیته نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری بالاتر از خامه ۱۵ درصد بود که این امر را می‌توان به نقش موثرتر چربی در ویسکوزیته خامه نسبت داد.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج قاسم‌پور و همکاران (۲۰۱۲) در بهبود ویسکوزیته ماست قالبی کم چرب با استفاده از صمغ فارسی به عنوان جایگزین چربی و نتایج فندرسی و همکاران (۲۰۱۵) در زمینه افزایش ویسکوزیته نمونه‌های ماست با اضافه کردن صمغ زدو و همچنین با یافته‌های مشایخی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی صمغ فارسی در فرمولاسیون خامه قنادی که گزارش نمودند ویسکوزیته ظاهری خامه قبل از هوادهی، در تمامی نمونه‌ها با افزایش سرعت برشی، به طور پیوسته افزایش یافت و در یک سرعت برشی ثابت، با افزایش مقدار هیدروکلوئید مصرفی افزایش یافت همخوانی دارد. همچنین نتایج مشاهده شده توسط سیف‌الدین و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی سس مایونز کم چرب تهیه شده با صمغ قدومه شهری و کنسانتره پروتئین آب پنیر که گزارش نمودند با افزودن صمغ قدومه شهری به عنوان جانشین بخشی از روغن، ویسکوزیته مجددا افزایش یافته و به نمونه با چربی کامل نزدیک شده است با نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر مطابقت دارد.

جدول ٤- نتایج آزمون‌های فیزیکی میزان آب‌اندازی و ویسکوزیته نمونه‌های خامه صبحانه کم‌چرب و شاهد

نمونه ها	آب اندازی (میلی‌لیتر)		ویسکوزیته (سانتی‌پوآز)	
	خامه ۱۸ ٪	خامه ۱۵ ٪	خامه ۱۸ ٪	خامه ۱۵ ٪
خامه حاوی ۰/۲٪ صمغ قدومه	۱/۶۰ ±۰/۰۱ ^{Ab}	۲/۲۶ ±۰/۰۵ ^{Ba}	۱۵۵۱۴/۰۰ ± ۱۱/۵۴ ^{Ea}	۱۳۹۹۳/۵۶ ± ۱/۷۳ ^{Eb}
خامه حاوی ۰/۳٪ صمغ قدومه	۰/۰۰ ±۰/۰۰ ^{Cb}	۰/۴۵ ±۰/۰۰ ^{Da}	۱۸۹۰۸/۰۰ ± ۱۲/۴۲ ^{Ca}	۱۵۳۰۴/۳۸ ± ۴/۶۱ ^{Cb}
خامه حاوی ۰/٤٪ صمغ قدومه	۰/۰۰ ±۰/۰۰ ^{Ca}	۰/۰۰ ±۰/۰۰ ^{Fa}	۲۱۹۱۵/۴۸ ± ۵/۱۹ ^{Aa}	۱۷۸۲۷/۱۶ ± ۲۳/۶۷ ^{Bb}
خامه حاوی ۰/۲٪ صمغ فارسی	۱/۱۳ ±۰/۰۱ ^{Bb}	۳/۷۰ ±۰/۰۰ ^{Aa}	۱۵۱۹۷/۶۹ ± ۷۲/۰۵ ^{Fa}	۱۱۹۱۹/۰۰ ± ۴/۱۶ ^{Gb}
خامه حاوی ۰/۳٪ صمغ فارسی	۰/۵۶ ±۰/۰۵ ^{Cb}	۲/۱۶ ±۰/۰۵ ^{Ca}	۱۸۴۳۳/۳۴ ± ۲۸/۸۸ ^{Da}	۱۳۷۹۱/۰۰ ± ۰/۵۷ ^{Fb}
خامه حاوی ۰/٤٪ صمغ فارسی	۰/۰۰ ±۰/۰۰ ^{Cb}	۰/۳۱ ±۰/۰۱ ^{Ea}	۲۱۹۱۹/۰۸ ± ۶/۳۵ ^{Aa}	۱۴۹۲۴/۰۰ ± ۸۴/۳۲ ^{Db}
خامه شاهد ۲۵ ٪ چربی	۰/۰۰ ±۰/۰۰ ^{Ca}	۰/۰۰ ±۰/۰۰ ^{Fa}	۲۱۵۰۷/۰۰ ± ۸/۰۸ ^{Ba}	۲۱۵۰۷/۰۰ ± ۸/۰۸ ^{Aa}

* حروف بزرگ متفاوت (A-G) در هر ستون و حروف کوچک متفاوت (a-b) در هر ردیف برای هر فاکتور اندزه‌گیری شده (آب‌اندازی و ویسکوزیته) نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می باشد (P<۰/۰۵).

ویژگی‌های حسی

نتایج ارزیابی حسی شامل رنگ، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی در جدول ۵ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود نمونه شاهد عمدتاً بالاترین امتیازات ویژگی‌های حسی را به‌ویژه در مقایسه با تیمارهای خامه ۱۵ درصد به‌خود اختصاص داد. زیرا به‌طور کلی میزان چربی در محصولات لبنی نقش مهم و موثری را در رنگ، بافت و طعم و مزه محصول ایفا می‌کند (Saddy-Lafta *et al*., 2019). در ارزیابی رنگ نمونه‌ها مشخص گردید که صرفاً اثر نوع صمغ (قدومه شیرازی و فارسی) در آنالیز واریانس معنی‌دار بوده (P<۰/۰۵) اما مقدار صمغ و نوع خامه اثر معنی‌داری بر رنگ نداشتند. رنگ خامه بایستی به رنگ سفید یا سفید مایل به کرم باشد (ISIRI, 1999). همان‌طور که مشاهده می‌شود، تمامی تیمارهای تولیدی در این تحقیق از امتیاز رنگی خیلی خوب/ خوب (۴/۱۴ تا ۵) برخوردار بودند و عمدتاً با یکدیگر و نمونه شاهد اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). با این حال، تیمارهای خامه حاوی صمغ فارسی در مقایسه با صمغ قدومه شیرازی، امتیازات بالاتری را به‌خود اختصاص دادند اما اختلاف آماری آنها (به‌غیر از تیمار ۰/۴ درصد صمغ قدومه در خامه ۱۸ درصد) عمدتاً معنی‌دار نبود. در تیمارهای خامه با ۱۸ درصد چربی با افزایش مقدار صمغ قدومه شیرازی و در تیمارهای خامه با ۱۵ درصد چربی با افزایش مقدار صمغ فارسی، امتیاز رنگ نمونه‌ها کاهش یافت که این کاهش رنگ از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. به‌طور کلی اختلاف آماری معنی‌داری بین رنگ تیمارهای خامه ۱۸ درصد چربی با خامه ۱۵ درصد چربی ملاحظه نشد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج حسنعلی‌زاده و خدائیان (۲۰۱۶) که با افزایش میزان صمغ قدومه شیرازی امتیاز مربوط به رنگ ماست میوه ای کاهش یافت و نتایج نجفی و همکاران (۲۰۱۶) که با افزایش صمغ زدو امتیاز رنگ مربوط به نمونه‌های دوغ به طور معنی‌داری کاهش یافت مطابقت نداشت که این امر می‌تواند به علت تفاوت در نوع محصول و ترکیبات تشکیل دهنده آن و نیز مقادیر مختلف صمغ‌های مورد مطالعه باشد. صمغ فارسی دارای ظاهری شفاف تا نیمه شفاف است (Abbasi & Mohammadi,

(2013 که در مقادیر استفاده شده در خامه کم‌چرب در تحقیق حاضر سبب کاهش معنی‌دار امتیاز رنگ نشده است.

در ارزیابی ویژگی‌های بو و طعم مشخص گردید که اثر هیچ یک از متغیرهای مورد بررسی شامل نوع و مقدار صمغ و نوع خامه تولیدی روی این ویژگی‌ها معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) زیرا صمغ‌های فارسی و قدومه شیرازی بدون طعم و بوی خاص می‌باشند (Koocheki *et al.*, 2009; Abbasi & Mohammadi, 2013). در این تحقیق، نمونه شاهد بالاترین امتیاز بو و طعم (امتیاز ۵) را به‌خود اختصاص داد اما سایر تیمارها نیز از امتیازات خوبی (بالای ۴) برخوردار بودند و عمدتاً با نمونه شاهد اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). از نظر بو، تیمارهای خامه حاوی صمغ فارسی در مقایسه با صمغ قدومه شیرازی از امتیازات بالاتری برخوردار بودند، هرچند اکثرا اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. صادقی و همکاران (۲۰۱۵) صمغ دانه قدومه شیرازی را در مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزین صمغ گوار در پاستیل بادام نمودند و گزارش کردند که در درصدهای بالای صمغ قدومه شیرازی، طعم و بوی تندی ایجاد شده است که می‌توان این عدم همخوانی را به تفاوت در مقادیر بکار برده شده این صمغ نسبت داد. اما نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر با یافته‌های مشایخی و همکاران (۲۰۱۶) در عدم مشاهده اختلاف آماری معنی‌دار در طعم و بوی نمونه‌های خامه زده شده حاوی صمغ فارسی و نتایج فندرسی و همکاران (۲۰۱۵) در بی تاثیر بودن افزودن صمغ زدو بر طعم و بوی ماست همخوانی دارد.

جدول ۵- نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های خامه صبحانه کم چرب و شاهد

نمونه ها	رنگ		بو		طعم		بافت		پذیرش کلی	
	خامه ۱۸درصد	خامه ۱۵درصد	خامه ۱۸درصد	خامه ۱۵درصد	خامه ۱۸درصد	خامه ۱۵درصد	خامه ۱۸درصد	خامه ۱۵درصد	خامه ۱۸درصد	خامه ۱۵درصد
خامه حاوی ۰/۲٪ صمغ قدومه	۴/۷۱ ABa	۴/۳۳ Ba	۴/۷۱ ABa	۴/۵۰ ABa	۴/۷۱ Aa	۴/۸۳ ABa	۲/۰۰ Ea	۱/۰۰ Db	۳/۱۴ Ca	۲/۵۰ BCa
خامه حاوی ۰/۳٪ صمغ قدومه	۴/۴۲ ABa	۴/۲۸ Ba	۴/۲۸ Ba	۴/۲۸ Ba	۴/۵۷ Aa	۴/۷۱ ABCa	۳/۰۰ CDa	۱/۴۲ CDb	۳/۸۵ Ba	۲/۵۷ BCb
خامه حاوی ۰/۴٪ صمغ قدومه	۴/۱۴ Ba	۴/۴۲ ABa	۴/۵۷ ABa	۴/۵۷ ABa	۴/۷۱ Aa	۴/۴۲ ABCa	۵/۰۰ Aa	۲/۵۷ Bb	۵/۰۰ Aa	۳/۰۰ Bb
خامه حاوی ۰/۲٪ صمغ فارسی	۵/۰۰ Aa	۴/۸۵ ABa	۴/۷۱ ABa	۴/۷۱ ABa	۴/۷۱ Aa	۴/۱۴ Ca	۲/۴۲ DEa	۱/۰۰ Db	۳/۴۲ BCa	۲/۱۴ Cb
خامه حاوی ۰/۳٪ صمغ فارسی	۵/۰۰ Aa	۴/۷۱ ABa	۴/۸۵ Aa	۴/۷۱ ABa	۴/۷۱ Aa	۴/۱۴ Ca	۳/۱۴ Ca	۱/۸۵ Cb	۳/۷۱ Ba	۲/۴۲ Cb
خامه حاوی ۰/۴٪ صمغ فارسی	۵/۰۰ Aa	۴/۷۱ ABa	۴/۸۵ Aa	۴/۷۱ ABa	۴/۷۱ Aa	۴/۲۸ BCa	۴/۴۱ ABa	۲/۷۱ Bb	۴/۵۷ Aa	۲/۸۵ BCb
خامه شاهد ۲۵ ٪ چربی	۵/۰۰ Aa	۵/۰۰ Aa	۵/۰۰ Aa	۵/۰۰ Aa	۵/۰۰ Aa	۵/۰۰ Aa	۴/۸۵ Aa	۴/۸۵ Aa	۵/۰۰ Aa	۵/۰۰ Aa

* حروف بزرگ متفاوت (A-G) در هر ستون و حروف کوچک متفاوت (a-b) در هر ردیف برای هر ویژگی حسی (رنگ، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی) نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می باشد (P<۰/۰۵).

در ارزیابی بافت نمونه‌ها مشخص گردید که اثر نوع صمغ (قدومه شیرازی و فارسی) در آنالیز واریانس معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) اما مقدار صمغ و نوع خامه اثر معنی‌داری بر بافت نشان داد. بدین صورت که در تیمارهای خامه با ۱۵ و ۱۸ درصد چربی، با افزایش صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی، امتیاز بافت نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بالاترین امتیاز بافت (امتیاز ۵) به تیمار خامه ۱۸ درصد چربی حاوی ۰/۴ درصد صمغ قدومه شیرازی اختصاص یافت که با نمونه شاهد (امتیاز ۴/۸۵) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) اما به طور معنی‌داری بالاتر از امتیازات ضعیف تا خوب (۴/۱۴ –۲) سایر تیمارها بود. همچنین هیچ یک از تیمارهای خامه ۱۵ درصد چربی (در هر دو نوع صمغ در مقادیر مختلف مورد استفاده) از امتیاز بافت قابل قبول و خوشایندی برخوردار نبودند و اختلاف آنها با شاهد بسیار معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های فندرسی و همکاران (۲۰۱۵) که نشان دادند نوع پایدارکننده (پکتین و صمغ) تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ویژگی بافتی نمونه‌ها نداشته است و با نتایج نجفی و همکاران (۲۰۱۶) که گزارش نمودند با افزایش صمغ فارسی در دوغ امتیاز بافت نمونه‌ها افزایش یافت مطابقت دارد.

در ارزیابی پذیرش کلی نمونه‌ها همانند بافت مشخص گردید که اثر نوع صمغ معنی‌دار نبود اما مقدار صمغ و نوع خامه بر میزان پذیرش کلی اثر معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). در تیمارهای خامه با ۱۸ درصد چربی با افزایش مقادیر صمغ قدومه شیرازی و صمغ فارسی، امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین در تیمارهای خامه با ۱۵ درصد چربی، هرچند با افزایش مقادیر هر یک از صمغ‌ها، امتیاز پذیرش کلی افزایش یافت ولی این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). در این تحقیق، نمونه شاهد و تیمار خامه ۱۸ درصد چربی حاوی ۰/۴ درصد صمغ قدومه شیرازی و سپس تیمار خامه ۱۸ درصد چربی حاوی ۰/۴ درصد صمغ فارسی از بالاترین امتیازات پذیرش کلی برخوردار بودند و با یکدیگر

تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند اما اختلاف آنها با سایر تیمارها معنی‌دار بود. در تمامی غلظت‌های صمغ قدومه شیرازی و فارسی، امتیاز اختصاص یافته به پذیرش کلی خامه های ۱۸ درصد به‌طور معنی‌داری بالاتر از خامه های ۱۵ درصد بود (P<۰/۰۵) که می‌توان به درصد بالاتر چربی آن‌ها نسبت داده شود که منجر به ایجاد بافت بهتر و حفظ بیشتر ترکیبات مولد طعم و بو می‌گردد. حسنعلی‌زاده و خدائیان (۲۰۱۶) در بررسی خواص حسی ماست میوه‌ای حاوی صمغ قدومه شیرازی گزارش کردند که با گذشت زمان در طول نگهداری امتیاز پذیرش کلی کاهش یافت که دلیل آن افزایش اسیدیته در طول زمان نگهداری بیان گردید. نتایج تحقیق حاضر با نتایج نبی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴) که گزارش کردند با افزایش غلظت صمغ زدو در دوغ میزان مقبولیت کلی نمونه‌ها کاهش یافت مطابقت ندارد. اما نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های فرحناکی و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی امکان بکارگیری ژلاتین در مقادیر ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد به‌عنوان جایگزین چربی در تولید خامه کم‌چرب که گزارش کردند امتیازات پذیرش کلی خامه‌های کم چرب دارای ۰/۷۵ و ۱ درصد ژلاتین همانند خامه کنترل ۳۰ درصد چربی بود همخوانی دارد

نتیجه‌گیری

در این تحقیق اثر نوع و مقدار صمغ‌های فارسی و قدومه شیرازی روی تمامی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مورد مطالعه شامل: pH، اسیدیته، ماده خشک، رطوبت، آب‌اندازی و ویسکوزیته نمونه‌های تولید شده، معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). همچنین در ارزیابی ویژگی‌های حسی مشخص گردید که هرچند نوع و مقدار صمغ و نوع خامه روی طعم و بو اثر معنی‌داری نداشت اما اثر نوع صمغ بر رنگ تیمارها و اثر مقدار صمغ و نوع خامه بر بافت و پذیرش کلی نمونه‌ها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). با توجه به نتایج به‌دست آمده، به‌طور کلی تیمارهای خامه ۱۸ درصد چربی حاوی ۰/۴ درصد صمغ فارسی و ۰/۴ درصد صمغ قدومه شیرازی از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مورد بررسی در مقایسه با سایر تیمارها و نمونه شاهد، جزء بهترین تیمارها بودند و از امتیازات حسی خوب و قابل قبولی نیز برخوردار بودند و بنابراین به عنوان تیمارهای منتخب معرفی می‌شوند. از طرف دیگر با توجه به قیمت بالای صمغ‌های تجاری موجود نسبت به صمغ‌های مورد مطالعه و نتایج بدست آمده در این تحقیق، می‌توان استفاده از این صمغ‌ها را به‌عنوان منابع ارزان هیدروکلوییدی جهت جایگزینی مطلوب چربی تا ۱۸ درصد چربی به منظور تولید خامه صبحانه کم‌چرب توصیه نمود.

منابع

Abbasi, S., Mohammadi, S. 2013. Stabilization of milk–orange juice mixture using Persian gum: efficiency and mechanism. *Food Bioscience*, 2: 53–60.

Amiri-Aghdaei, S., Aelami, M., Rezaei, R. 2010. Influence of fleawort seed hydrocolloid on physicochemical and sensory characteristics of low fat yoghurt. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 6(3): 201-209 [In Persian].

Asaadi Yasaghi, N., Arianfar, A. 2019. The effect of Alyssum homolocarpum seed gum on physicoChemical, rheological and sensory properties of low-fat yoghurt. *Journal of Food Science and Technology*, 15: 189-201 [In Persian].

Azizi, S., Mortazavi, A., Shafafi, M., Hooshmand, M. 2016. Effect of soy protein isolate (SPI) and salep gum on physicochemical and sensory properties of low fat whipped cream. *Journal of Innovationn in Food Science and Technology*, 7(4): 9-18 [In Persian].

ISIRI. 1999. Method for sensory evaluation of cream. Iranian National Standardization Organization, No. 4939 [In Persian].

ISIRI. 2007. Milk and milk products – Determination of titrable acidity and pH value – Test method. Iranian National Standardization Organization, No. 2852 [In Persian].

ISIRI. 2011. Milk – Determination of fat content. Iranian National Standardization Organization, No. 384 [In Persian].

ISIRI. 2015. Milk, cream and evaporated milk – Determination of total solids content (Reference method). Iranian National Standardization Organization, No. 11328 [In Persian].

ISIRI. 2019. Pasteurized and UHT cream - Specifications and test methods. Iranian National Standardization Organization, No. 191, 4rd Revision [In Persian].

Borrud, L.G., Tippett, K.S. and Mickle, S.J. 1994. Food sources of fat in USDA's continuing survey of food intakes by individuals *1989-91*. Peresented at American Pablic Health Association 122nd Annual Meeting.

Bostan, A., Razavi, S.M.A. and Farhoosh, R., 2010, Optimization of hydrocolloid extraction from wild sage seeds (Salvia macrosiphon) using response surface methodology, *International Journal of Food Properties*, 13(6): 1380-1392.

Fadavi, G., Mohammadifar, M., Zargaran, A., Azadnia, E. 2013. The study of composition, molecular weight and rheological caracteristics of Zedo gum exudates from Amygdalus scoparia. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7(5): 35-41 [In Persian].

Farahnaki, A., Majzoobi, M., Mesbahi, G. 2010. Properties of Hydrocolloids in Food. Nashre Elm Publication, Tehran, Iran [In Persian].

Farahnaki, A., Safari, Z., Ahmadi, F. 2009. Production of low fat cream by gelatin as a fat replacer. 18th Natinal Congress of Foos Sciene and Technology, Mashhad, Iran [In Persian].

Faraji, B., Emamjomeh, Z., Mohebi, M., Judaki, H. 2015. Effect of Qodume shirazi seed gum on stability of confectionery cream. 3rd Natinal Congress of Foos Sciene and Technology, Ghoochan, Iran [In Persian].

Fenderesi, S., Golestan, L., Farahmandfar, R. 2015. Effect of adding round raisin consentrate, pectin, and Zedo gum on sensory, microbial, and physicochemical properties of stirred yogurt. 3rd Natinal Congress of Foos Sciene and Technology, Ghoochan, Iran [In Persian].

Ghasempour, Z., Alizadeh, M., Bari, M. 2012. Optimization of probiotic yoghurt production containing Zedo gum. *International Journal of Dairy Technology*, 65(1): 118-125.

Hassan-Alizadeh, M., and Khodaeiyan, F. 2016. Investigation of rheological and sensory properties of stirred fruit yogurt containing Qodume shirazi mucilage. MS Thesis of Food Science and Technology, Tehran University, Iran [In Persian].

Hoffmann, W. 2011. Cream, 2nd ed., Academic Press, London, 920-925.

Jooyandeh, H., Goudarzi, M., Rostamabadi, H., Hojjat, M. 2016. Effect of Persian and almond gums as fat replacers on the physicochemical, rheological, and microstructural attributes of low-fat Iranian white cheese. *Food Sciece and Nutrition*, 10: 1-10.

Koocheki, A., Mortazavi, S.A., Shahidi, F., Razavi, S.M.A. and Taherian, A.R. 2009. Rheological properties of mucilage extracted from Alyssum homolocarpum seed as a new source of thickening agent. *Journal of Food Engineering.* 91: 490-496.

Koocheki, A., Mortazavi, S.A., Shahidi, F. Razavi, S.M.A. Kadkhodaee, R. and Milani, J.M. 2010. Optimization of mucilage extraction from Qudume Shirazi seed (*Allyssum homolocarpum*) using response surface methodology. *Food Process Engineering,* 33: 861-882.

Koocheki, A., Taherian, A.R., Razavi, S.M.A. and Bostan, A. 2011. Response surface methodology for optimization of extraction yield, viscosity, hue and emulsion stability of mucilage extracted from Leidium perfoliatum seeds. *Food Hydrocolloids*, 23: 2369-2379.

Mashayekhi, S., Yasini, A., Daneshi, M. 2016. Effect of adding Persian gum and sodium caseinate on textural, stability, organoleptical, and rheological properties of whipped cream. MS Thesis of Food Science and Technology,
Yazd Branch, Islamic Azad University, Iran [In Persian].

Mostafavi, F., Kadkhodai, R., Emadzadeh, F., Koocheki, A. 2017. Evaluating rheological behaviour of tragacanth gum blend with QodoumeShirazi, Farsi and locust bean gums. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 63(14): 129-141 [In Persian].

Nabizadeh, F., Khosrowshahi, A., Zomorodi, S. 2014. Influence of ultrafiltered milk permeate and zedo gum on qualitative properties of doogh. *Journal of Food Research*, 23(4): 567-580 [In Persian].

Najafi, N., Khosrowshahi, A., Zomorodi, S. 2016. Effect of Zedo gum on quality, sensory, and rheological properties of doogh containing Marjoram essential oil. 1st Scientific Conference of Food Science and Technology, Tehran, Iran [In Persian].

Nateghi, L., Roohinejad, S., Totosaus, A., Rahmani, A., Tajabadi, N., Meimandipour, A., Rasti, B., Yazid-Abd, M. 2012. Physicochemical and textural properties of reduced fat Cheddar cheese formulated with xanthan gum and/or sodium caseinate as fat replacer. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(2): 59-63.

Rafee, N., Ehsani, M., Mazloumi, M., Ebrahimzadeh Mosavi, M. 2006. Influence of type and amount of stabilizers on stability of UHT cream. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 1(1): 45-49 [In Persian].

Rafiq, L., Zahoor, T., Sagheer, A., Khalid, N., Rahman, U., Liaqat, A. 2020. Augmenting yogurt quality attributes through hydrocolloidal gums. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 33: 323-331.

Rahimi, S., and Abbasi, S. 2013. Characterization of some physicochemical and gelling properties of Persian gum. *Innovative Food Technologies*, 1(4): 13-27 [In Persian].

Saddy-Lafta, S., Khairy, L., Hakim, I. 2019. Effect of fortified low fat-soft cheese with Arabic gum on physicochemical and rheological properties. *Plant Archives*, 19(2): 616-621.

Sadeghi, F., Shahidi, F. Koocheki, A., Mohebi, M. 2015. Effect of Qodume shirazi seed gum substitution by guar in almond jelly gum formulation. 1st Natinal Congress of Snack Foods, Mashhad, Iran [In Persian].

Seyfoddin, H., Koocheki, A., Razavi, S., Milani, E. 2016. Time-dependent behavior of low fat mayonnaise prepared with Lepidium perfoliatum seed gum and whey protein concentrate. *Journal of Food Science and Technology*, 13(59): 97-107 [In Persian].

Vanderghem, C., Danthine. S, Blecker, C., Deroanne, C. 2007. Effect of proteose-peptone addition on some physico-chemical characteristics of recombined dairy creams. International Dairy Journal, 17(8): 889-895.

Wang, C.H., He, X.W., Huang Q. 2014. Physicochemical properties and application of micronized cornstarch in low fat cream. *Journal of Food Engineering*, 116: 881–888.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 1, Apr. May. 2021, p. 205- 216

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۰ ص. ۲۱۶-۲۰۵

Comparison of the effects of Qodume shirazi (*Alyssum homolocarpum*) and Persian gums (*Amygdalus scoparia*) as fat replacer hydrocolloid on physicochemical properties of low-fat table cream

R. Dakhteh[1], M.R. Khani[2*], Sh. Dabiriyan[3]

Received: 2020.02.01
Accepted: 2020.05.05

Introduction: Because of the relationship between fat intake and obesity and the incidence of cardiovascular diseases, the demand for low-fat products has been increased. There are several methods to produce low fat products, which one of these methods is the use of fat replacer. The present study was aimed to partial substitution of fat in table cream by Qodume shirazi *(Alyssum homolocarpum*) and Persian *(Amygdalus scoparia)* gums.

Materials & Methods: The fat content of cream was decreased from 25% (in control sample) to 18% and 15%, and each of these gums were added to the low-fat cream formulation in 0.2%, 0.3%, and 0.4% (w/w), separately to make 12 treatments. All samples were examined for physicochemical (including pH, acidity, dry matter, moisture, synersis, and viscosity) and organoleptic (including color, aroma, taste, texture and overall acceptability) properties.

Results and Discussion: The results showed that the effect of type and amount of gums was significant for the pH, acidity, dry matter, moisture, syneresis, and viscosity of produced samples ($P<0.05$). In both types of cream (with 15 and 18 percent fat), pH of treatment containing 0.4% Qodume gum (6.81) was significantly higher than control (6.69) and other treatments ($P<0.05$). Moisture content of the control sample (68.7%) was lower than other treatments (73-78.7%) but dry matter of the control sample (31.3%) was higher than other treatments (21.2-26.9%) and in both creams containing 18% and 15% fat, the higher dry matter was devoted to sample containing 0.4% of Persian gum. The viscosity of cream with 18% fat containing 0.4% Qodume shirazi gum (21915 cP) and Persian gum (21919 cP) was significantly higher than the control sample (21507 cP) and other treatments. Moreover, syneresis of treatments with 18% fat containing 0.4% Qodume and Persian gums (0 ml), and also cream sample with 15% fat containing 0.4% Qodume gum (0 ml) was not observed as in the control sample ($P>0.05$). Evaluation of sensory properties revealed that the type of gums only had significant effect on color and the effects of cream type and amount of gums were mostly significant on texture and overall acceptance. In general, low-fat cream with 18% fat containing 0.4% Qodume and Persian gums had showed the best physicochemical and sensory results comparing to other treatments.

Key words: Fat replacer, Hydrocolloid, Low-fat table cream, Persian gum, Qodume shirazi gum

1. MSc Graduate, Department of Food Science & Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Quality Assurance Manager, Iran Dairy Industries Co. (Pegah)
(* Corresponding author: m.khani@qodsiau.ac.ir)